

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年10 月20 日 (20.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/097396 A1

(51) 国際特許分類7: B23K 20/24, H01L 21/60, H05K 3/32  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/006740  
(22) 国際出願日: 2005 年4 月6 日 (06.04.2005)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2004-113920 2004 年4 月8 日 (08.04.2004) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電  
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-  
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大  
字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笹岡達雄

(SASAOKA, Tatsuo). 堀江聡 (HORIE, Satoshi). 青倉  
勇 (AOKURA, Isamu). 八木能彦 (YAGI, Yoshihiko).  
深田和岐 (FUKADA, Kazuki).

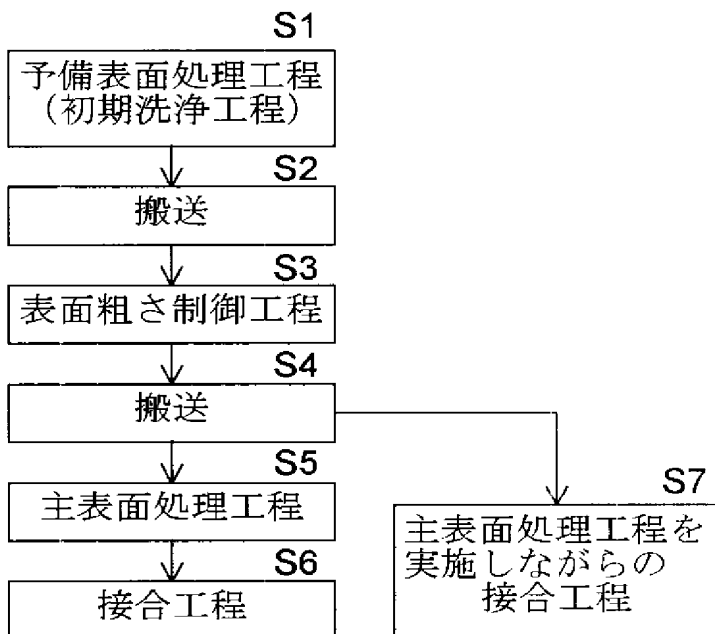
(74) 代理人: 石原勝 (ISHIHARA, Masaru); 〒5300047 大  
阪府大阪市北区西天満 3 丁目 1 番 6 号辰野西天満ビ  
ル 5 階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,  
NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 接合方法及びその装置



S1.. PRELIMINARY SURFACE TREATMENT STEP (INITIAL WASHING STEP)  
S2.. TRANSPORTATION  
S3.. SURFACE ROUGHNESS CONTROLLING STEP  
S4.. TRANSPORTATION  
S5.. MAIN SURFACE TREATMENT STEP  
S6.. JOINING STEP  
S7.. JOINING STEP CARRIED OUT TOGETHER WITH MAIN SURFACE TREATMENT STEP

(57) Abstract: A joining method, which comprises an initial washing step (S1) of washing the surface of articles (1b, 2a) to be joined, to remove a material (G) interfering with joining, such as an oxide or an adsorbed material, a surface roughness controlling step (S3) of forming an uneven surface having a prescribed roughness on one joining face (1b), a surface treatment step (S5) of removing a re-adsorbed material (F) attached to joining faces (1b, 2a), and then pressing a joining face (1b) having the uneven surface formed above to another joining face (2a), to thereby join the articles. The above joining method allows the metal joining at an ordinary temperature under a condition of an atmospheric pressure.

(57) 要約: 初期洗浄工程 (S1) により被接合物 (1b, 2a) の表面を洗浄して酸化物や吸着物等の接合阻害物質 (G) の除去を行った後、表面粗さ制御工程 (S3) により一方の接合面 (1b) を所定粗さの凹凸を形成し、表面処理工程 (S5) により接合面 (1b, 2a) に付着した再吸着物 (F) の除去を行って凹凸形成した接合面 (1b) を他方の接合面 (2a) に押し付けて接合することにより、大気圧条件下での常温金属接合を可能にする接合方法及びその装置を実現する。

WO 2005/097396 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 接合方法及びその装置

### 技術分野

- [0001] 本発明は、電子部品の電極と基板に形成された電極との間を直接接合して電子部品を基板に実装する場合などに適用する接合方法及びその装置に関するものである。

### 背景技術

- [0002] 複数の被接合物どうしを直接接合する実装方法として、各被接合物を真空チャンバー内に配して、減圧ガス雰囲気中で接合物の表面にエネルギー波を照射して洗浄し、真空もしくは不活性ガス又は被接合物と反応しないガスを密封したチャンバー内で被接合物どうしを対面させて加圧接合する方法が知られている(特許文献1参照)。
- [0003] また、電子部品のAuバンプと基板の接続端子表面のAu膜とを金属接合で接合するに際し、電子部品及び基板をチャンバー内に収容して真空雰囲気とし、高速原子線やイオンビームなど一方向に加速されたエネルギー粒子により電子部品のAuバンプと基板の接続端子表面のAu膜を洗浄し、真空雰囲気又はガス雰囲気を保ち、洗浄により活性化されたバンプと接続端子とを接触させ、加圧することにより常温で両者を接合する接合方法が知られている(特許文献2参照)。本従来技術においては、大気中での接合も可能であるとし、洗浄工程によって得られた活性化状態が維持できる時間を10分以内として、室温から150℃に加熱して接合する。

特許文献1:特開2001-351892号公報

特許文献2:特開2003-197673号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、従来技術に係る接合方法においては、洗浄工程からの搬送及び接合工程内に少なくとも1つの真空チャンバー又は不活性ガス雰囲気を作り出すためのチャンバーが必要であり、加えて真空ポンプ、バルブ、制御系など一連の真空設

備が必要となり、超音波加熱接合やペースト硬化による接合方法に比して設備コストが高くなる課題がある。また、電子部品や基板をチャンバーに搬入、搬出するために、減圧またはガス封入／大気開放を行うことに時間を要するため、生産タクトが低下する課題がある。

[0005] 上記課題を解決するために、特許文献2に示す従来技術中に開示されているように、洗浄工程からの搬送及び接合を大気中で行い得るようにすると、接合のために真空設備等を設ける必要がなく、接合のための設備コスト及び生産タクトを改善することができる。しかし、接合のために加熱が必要になるため、接合面に生じる酸化物や吸着物などの接合を阻害する物質の除去、更には再吸着の防止、吸着量の管理が課題となる。

[0006] そこで本発明は、少なくとも接合有害物質を除去する表面処理から接合工程までの工程を大気中且つ常温で行い得るようにした接合方法及びその装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するための本願第1発明は、複数の被接合物の接合面につき表面処理した後、複数の被接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合方法であって、接合する少なくとも一方の接合面を所定粗さに加工する表面粗さ制御工程と、接合面につき接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図る表面処理工程と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を当接させて接合する接合工程とを有することを特徴とする。

[0008] 上記接合方法によれば、表面粗さ制御工程により接合する一方の接合面の表面が所定粗さに処理されるので、一方の接合面には微細なピークが微細な間隔で形成された状態が得られ、この接合面を接合工程において他方の接合面に押し付けると、ピークにより接合面の表面に存在する酸化物や吸着物などの接合阻害物質の層がせん断され、ほぼ均等な分布で、あるいは規則的に並ぶピークと他方の接合面が金属接合して接合面間は接合される。所要の接合強度は接合面の一方に形成された微細なピーク部分が他方の接合面と点状に接合する面積の総和である接合箇所の総接合面積に依存するので、表面粗さ制御工程における一方の接合面の粗さを形

成するピークの形状や寸法、更には接合工程において所定粗さに形成された一方の接合面を他方の接合面に当接させるときの押し込み量等を最適に選択することにより、所望の接合強度が得られる。このとき、接合面につき接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図る表面処理工程が実施されていることにより、接合阻害物質がなく接合有効物質の存在下で接合が行われるので、ピークと他方の接合面との接合は接合阻害物質の邪魔なく接合有効物質の働きを得てより確実になされる。

[0009] 上記接合方法の表面処理工程の一部として、各工程に先立って接合面に存在する接合阻害物質を除去する初期表面洗浄工程を実施するのがより好ましく、より清浄化された状態で各工程が実施でき、表面洗浄工程後の表面は再吸着した物質の存在下で接合有効物質が付着する改質によって、大気圧雰囲気中で接合を実施することができる。

[0010] また、表面粗さ加工制御工程は、表面粗さが接合面の材質に対応しない範囲である場合、対応する表面粗さに加工制御するもので、所定粗さの凹凸が形成された凹凸形成部材により接合する一方の接合面に凹凸を転写する方法、あるいは、大気圧プラズマ処理による方法、あるいは、微細粒子を吹き付けるブラスト処理による方法を適用することができる。

[0011] また、表面処理工程は、大気圧下でエネルギー粒子又はエネルギー波を接合面に照射する方法が好適で、接合工程を大気圧及び室温雰囲気下で実施することができる。具体的には、紫外線の照射あるいは大気圧プラズマによる生成物の照射を適用することができ、この表面処理工程は、接合工程と並行して実施することにより接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着がなされた後、速やかに接合することができる。

[0012] また、本願第2発明に係る接合装置は、複数の被接合物の接合面を表面処理した後、複数の被接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合装置であって、少なくとも一方が所定粗さに管理された接合面につき、接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図る表面処理手段と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を当接させて接合する接合手段とを備えてなることを特徴とする。

[0013] 上記接合装置によれば、一方の接合面の表面が所定粗さに管理されているので、

一方の接合面には微細なピークが微細な間隔で形成された状態が得られ、この接合面を接合工程において他方の接合面に押し付けると、ピークにより接合面の表面に存在する酸化物や吸着物などの接合阻害物質の層がせん断され、規則的に並ぶピークと他方の接合面が金属接合して接合面間は接合される。所要の接合強度は接合面の一方に形成された微細なピーク部分が他方の接合面と点状に接合する面積の総和である接合箇所の総接合面積に依存するので、表面粗さの管理により一方の接合面に粗さを形成するピークの形状や寸法、更には接合手段において所定粗さに形成された一方の接合面を他方の接合面に当接させるときの押し込み量等を最適に選択することにより、所望の接合強度が得られる。このとき、表面処理手段により接合面につき接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図ることにより、接合阻害物質がなく接合有効物質の存在下で接合が行われるので、ピークと他方の接合面との接合は接合阻害物質の邪魔なく接合有効物質の働きを得てより確実になされる。

[0014] 上記接合装置の表面処理手段として、各手段による処理工程に先立って接合面に存在する接合阻害物質を除去する初期表面洗浄手段を設けることがより好ましく、より清浄化された状態で各工程が実施でき、表面洗浄工程後の表面は再吸着した物質の存在下で接合有効物質が付着する改質によって、大気圧雰囲気中で接合を実施することができる。

[0015] また、上記接合装置において、接合面の材質に対応する表面粗さに加工制御する表面粗さ加工制御手段を備えるのが好適で、それには、所定粗さの凹凸が形成された凹凸形成部材により接合する一方の接合面に凹凸を転写する方法、あるいは、大気圧プラズマ処理による方法、あるいは、微細粒子を吹き付けるブラスト処理による方法を適用することができる。

[0016] また、表面処理手段は、大気圧下でエネルギー粒子又はエネルギー波を接合面に照射する方法が好適で、接合を大気圧及び室温雰囲気下で実施することができる。具体的には、紫外線の照射あるいは大気圧プラズマによる生成物の照射を適用することができ、この表面洗浄工程は、接合工程と平行して実施することにより接合阻害物質の除去又は改質がなされた後、速やかに接合することができる。

[0017] なお、本発明の接合方法は、複数の被接合物の接合面につき表面処理した後、複

数の接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合方法であって、接合する少なくとも一方の接合面を所定粗さに管理し、接合阻害物質のないまたは除去した接合面につき大気雰囲気中の吸着物質の存在下で接合有効物質を付着させて改質する表面処理工程と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を前記改質下で当接させて、接合する接合工程とを有することをも特徴として、大気雰囲気中での常温接合が確実にできる。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]図1は、実施形態に係る接合方法の工程手順を示すフローチャートである。
- [図2]図2A～図2Cは、表面粗さ制御工程の手順を示す模式図である。
- [図3]図3A～図3Cは、接合工程及び表面洗浄工程を示す模式図である。
- [図4]図4は、表面粗さを説明する模式図である。
- [図5]図5A～図5Cは、表面粗さ制御された接合面による接合を説明する模式図である。
- [図6]図6A～図6Bは、主表面処理前と処理後との、接合阻害物質の増減を示すグラフおよび接合有効物質の増減を示すグラフである。

### 発明を実施するための最良の形態

- [0019] 本実施の形態は、電子部品に形成された電極ランドに形成したバンプ電極を基板に形成された電極ランドに接合して電子部品を基板に実装する場合に適用した例を示すものである。尚、バンプ電極は基板の電極ランド上に形成してもよく、基板及び電子部品それぞれの電極ランドにバンプ電極を形成してもよい。バンプ電極は、一般に電極ランドの厚さは $1\mu\text{m}$ 以下であるため、電子部品及び基板の反りを吸収し、双方に形成されている複数の電極ランドの接合による導通を確実に達成するためには、高さ数～数十 $\mu\text{m}$ 程度の緩衝材として不可欠である。
- [0020] 図1は、本実施の形態に係る接合方法の各工程手順を示すもので、以下、各工程について図2A～図4を参照して説明する。尚、図1に示すS1、S2…は、工程手順を示すステップ番号であって、本文中に添記する番号に一致する。
- [0021] まず、予備の表面処理工程として、電子部品1のバンプ電極1b及び基板2の電極ランド2aの初期洗浄処理を行う(S1)。初期洗浄処理は、大気中、真空中のいずれ

であってもよく、プラズマによるエネルギー粒子、イオンビームや化学薬品によるウェットエッチングなどを実施する。この初期洗浄工程により、バンプ電極1b及び電極ランド2aの表面に存在する接合を阻害する酸化物や吸着物を除去することができ、バンプ電極1b及び電極ランド2aを形成する金属が表面に露出する。もっとも、初期洗浄工程はSiなど接合阻害物質の付着がないか、ほとんどない接合面であるような場合は省略し、後述する主表面処理だけ実施してもよい。

[0022] 初期洗浄された電子部品1は、表面粗さ制御工程を実施する表面処理ステージ4上に搬送され、基板2はボンディングステージ7上に搬送される(S2)。表面粗さ制御工程において、バンプ電極1bの表面が所定粗さに粗面化される(S3)。この表面粗さ制御工程は、図2Aに示すように、表面に所定粗さに粗面部3aが形成された凹凸プレート(凹凸形成部材)3をステージ4上に保持された電子部品1のバンプ電極1bに向けて下降させ、図2Bに示すように、バンプ電極1bを所定圧力で加圧した後、凹凸プレート3をバンプ電極1bから離反上昇させると、図2Cに示すように、バンプ電極1bの表面に凹凸形状が形成される。この凹凸形状を形成することの作用効果についての詳細は後述する。

[0023] 上記表面粗さ加工制御工程によりバンプ電極1bに表面粗さの加工制御がなされた電子部品1は接合工程に向けて搬送され(S4)、図3Aに示すように、接合ツール(接合手段)6に保持され、基板2を保持するボンディングステージ7の上方に、バンプ電極1bと電極ランド2aとが一致するように接合ツール6の位置が制御される。

[0024] 図3Aに示す状態で、図示するように第1の紫外線照射装置(表面処理手段)5aから電子部品1に向けて紫外線を照射し、第2の紫外線照射装置(表面処理手段)5bから基板2に向けて紫外線を照射して、バンプ電極1b及び電極ランド2aに初期洗浄後に付着している接合阻害物質の除去、再吸着している吸着物存在下での接合有効物質の付着を図る主表面処理工程(表面処理工程)を実施する(S5)。

[0025] 所定時間の主表面処理工程を実施した後、接合ツール6を下降動作させ、図3Bに示すように、電子部品1のバンプ電極1bが基板2の電極ランド2aに加圧されるように当接させると、バンプ電極1bはその表面に形成された凸部分で電極ランド2aに接合する(S6)。この接合のメカニズムの詳細については後述する。



- [0026] バンプ電極1bと電極ランド2aとの間が接合すると、接合ツール6は電子部品1の保持を解除して上昇するので、図3Cに示すように、バンプ電極1bを電極ランド2aに接合して電子部品1は基板2に実装される。
- [0027] 上記第2の洗浄工程は接合工程が終了するまで継続するのがより好ましい(S7)。また、紫外線による吸着物の解離から除去を促進するため、O<sub>2</sub>ブローを行うこともできる。
- [0028] 上記表面粗さ制御工程によるバンプ電極1bの表面処理の作用効果及び表面処理されたバンプ電極1bと電極ランド2aとの間の接合メカニズムについて以下に詳細を説明する。
- [0029] バンプ電極1bは、電解、無電解メッキによるものや、スタッドバンプボンディング工法によるものが主流である。その表面には十点平均粗さでマイクロメートルオーダーのうねりがあり、更に、うねりの1つ1つにはナノメートルオーダーのうねりがある。前記マイクロメートルオーダーのうねり(十点平均粗さ)を大粗さ、ナノメートルオーダーのうねり(十点平均粗さ)を小粗さと定義すると、大粗さは、粗さ測定器やレーザー測定が可能であるが、小粗さは原子間力顕微鏡ほどの分解能によって測定できるレベルとなる。図4に示すように、大粗さの三角波近似を行ったときのピーク値をh<sub>1</sub>、波形のピッチをb<sub>1</sub>とし、小粗さのピーク値をh<sub>2</sub>、波形のピッチをb<sub>2</sub>とすると、一般的に、金(Au)スパッタ膜によるバンプ電極1bの場合では、大粗さのピーク値h<sub>1</sub>はサブマイクロメートル程度であり、小粗さのピーク値h<sub>2</sub>は10nm程度であり、メッキによるバンプ電極1bの場合では、大粗さのピーク値h<sub>1</sub>は数マイクロメートル、小粗さのピーク値h<sub>2</sub>は50nm程度である。
- [0030] 表面処理の予備洗浄も主表面処理も何も施さない場合、図5Aに示すように、大気中ではバンプ電極1b及び電極ランド2aの表面には酸化物や有機物の吸着物などの接合を阻害する阻害物質Gが存在するため、金属の表面どうしが直接接触する状態にはならないので接合に失敗する。初期洗浄を行うと、阻害物質Gが金属表面から除去されるので、金属表面が他の物質と反応しやすい状態となるため、金属どうしを接触させると、金属結合による接合が可能となる。しかし、大気中での接合や $1 \times 10^{-4}$  Pa程度の真空度では、阻害物質Gが除去された後も再吸着があり、やはり接合に失

敗する。このとき、接合が可能となる場合は、図5Bに示すように、前述したように金属表面、ここではバンプ電極1b及び電極ランド2aの表面には大小のうねりがあり、うねりの頂上部分の位置が互いに一致しているような場合に、バンプ電極1bが電極ランド2aに押し付けられると、再吸着物Fの層がせん断し、金属の新生面など、の反応の高い活性面が界面に生成され、その部分で金属結合による接合箇所Eにより接合がなされる。しかし、このような接合箇所Eは全くのランダムに生じるため、確実な接合状態が得られる保証はなく、接合強度にもばらつきが生じる。

[0031] 本発明は上記接合メカニズムを応用し、量産工程下においても安定した接合状態が得られるように、凹凸プレート3の粗面部3aには大粗さのパラメータ $h_1$ ,  $b_1$ で規格化された凹凸を形成する。図2に示すように、この凹凸プレート3にピーク間隔 $bp$ 、ピーク高さ $hp$ で凹凸が形成された粗面部3aが押し付けられたバンプ電極1bの表面には、図5Cに示すように、電極ランド2aに対する接合箇所Eの数が管理された凹凸が形成される。この表面粗さ制御工程における粗さの管理により、再吸着物を確実にせん断する部分を発生させることができ、接合強度品質を量産工程内で管理することができる。

○接合箇所:E

○接合箇所間の寸法: $bp$  (凹凸プレート3に形成された凹凸のピーク間隔であり、設計により決定される寸法)

○接合箇所における接合面積: $s$  (接合箇所Eの形状、寸法、押し込み量によって決定される理論値)

○単位面積当りの接合面積: $Sc$

○接合物の被接合面積: $S$  (実測可能な値)

○総接合面積: $So$ 、とすると、

単位面積1とEを4頂点とする1辺長さ $bp$ の正方形の面積 $(bp)^2$ との比は、単位面積当りの接合面積 $Sc$ と接合面積 $s$  (1頂点当りの接合面積 $s/4$ の4頂点分として、 $4 \times s/4$ )との比に等しくなり、下式(1)が成り立つ。

[0032]  $1 : (bp)^2 = Sc : s \cdots (1)$

ここで、接合物の被接合面積: $S$ とは、接合箇所Eにおける正味の有効接合面積 $s$ と

は異なり、図5Cに示すように、有効接合部と非接合部とを含み、外見上は接合部と認識される実測上の投影総面積を意味する。

[0033] 上記(1)式から単位面積当りの接合面積 $S_c$ は、下式(2)として得られ、接合部の正味の総接合面積 $S_o$ は、外見上の接合面積である被接合面積 $S$ に単位面積当りの接合面積 $S_c$ を乗じたものとなるので、下式(3)として表すことができる。この式(3)に式(4)を代入すると、下式(4)が得られる。

$$\begin{aligned} [0034] \quad S_c &= s / (bp)^2 \cdots (2) \\ S_o &= S \times S_c \cdots (3) \\ S_o &= S \times s / (bp)^2 \cdots (4) \end{aligned}$$

上記総接合面積 $S_o$ と接合強度との相関関係を把握しておけば、所定の接合強度を得るために必要な総接合面積 $S_o$ を求めることができるので、式(4)から総接合面積 $S_o$ を得るために必要な接合面積 $s$ 、あるいは接合箇所間の寸法 $bp$ を決定すればよい。そのとき、接合面積 $s$ は、凹凸プレート3に形成された粗面部3aの1接合箇所の形状や寸法、押し込み量等の数値を選択することにより決定することができる。

[0035] 凹凸プレート3の粗面部3aはドライエッチングあるいはサンドブラスト等により一定の粗さが周期性のある状態になるように形成される。そのピーク高さ $hp$ 及びピーク間隔 $bp$ の決定は、バンプ電極1bの表面状態、サイズ、材質に依存する。本実施の形態においては、バンプ電極1bの材質は金とし、電極1つ当たりの接合しようとする表面積が $30 \mu m^2$ 程度の微小なものを考慮して、 $hp=2\sim5$ マイクロメートル、より良くは3マイクロメートル前後、 $bp=1\sim3$ マイクロメートル、より良くは1.7マイクロメートル前後としている。しかし、これは接合材料によって異なり、潰れにくいSiどうしの接合ではより細かくして対応する。

[0036] 上記粗面化により規格化された接合箇所Eを設けても再吸着物Fの大小により各接合箇所Eでの接合達成度にバラツキが生じることが懸念されるし、実際に接合を失敗することがある。これを解消するために、前記主表面処理工程が設けられており、大気中での金属表面の化学状態を管理し制御する目的で再吸着物F中の接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着が図られる。ここでは、第1の紫外線照射装置5aから電子部品1のバンプ電極1b形成面に向けて紫外線を照射し、第2の紫外線照射装

置5bから基板2の電極ランド2a形成面に向けて紫外線を照射し、紫外光により再吸着物Fにおける接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図る主表面処理がなされる。この結果、残余吸着物の存在下でも接合有効物質の働きによって残余吸着物の影響を緩和ないしは無くして接合が首尾よく達成される。これは、接合有効物質が残余吸着物層の接合部での剪断を促進しているものと思われる。つまり、残余吸着物層が接合を邪魔しないように接合面の表面状態が接合有効物質によって改質したものだといえる。

[0037] 以上説明した構成においては、予備表面処理としての初期洗浄工程が終了した電子部品1を表面処理ステージ4上に搬送して凹凸形状を転写するようにしているが、初期洗浄工程が終了した電子部品1を接合ツール6により保持し、粗面部3aを上向き配置した凹凸プレート3上に接合ツール6を下降させ、保持した電子部品1のバンプ電極1bを粗面部3aに押し付け、バンプ電極1bの表面に凹凸を転写するように構成することもできる。

[0038] また、表面粗さ加工制御工程を実施する手段として説明した凹凸プレート3による凹凸形状の転写の他、プラズマ処理やブラスト処理によって凹凸形状即ち粗面を直接形成することもできる。また、主表面処理工程を実施する手段として説明した大気圧プラズマにより生成されるイオン等の生成物の照射によっても可能である。

[0039] また、接合工程において電子部品1及び基板2を50～250℃程度に加熱することにより、金属の拡散速度を加速させることができるので、接合力を更に強化することができる。

[0040] 尚、以上説明した構成においては、電子部品1に形成されたバンプ電極1bに表面粗さ制御工程を施すようにしているが、基板2側の電極ランド2aに粗面形成処理を行っても同様の効果が得られる。

[0041] 次に、最良の形態における参考工程と実施の結果について、以下1～4の工程につき説明する。

- [0042]
1. Auスタッドバンプ1bを電子部品1上に形成
  2. 電子部品1の接合部であるAu表面を、Si基板をエッチング加工して作成した型で規則的な凹凸をつけてる粗面化工程を表面粗さ加工制御工程として実施

(傾斜角 $54.7^{\circ}$ 、異方性エッチング $1.7\mu\text{m}$ 高さ、ピッチ $3\mu\text{m}$ )

3. 粗面化された電子部品1上のAuバンプと、電子部品2上のAuスパッタ電極をUVランプにて同時に表面処理し、接合阻害物質の除去、接合有効物質の付着を図る(低圧水銀ランプ 波長 $185\sim 254\text{nm}$ 、照度 $20\text{mW}/\text{cm}^2$ 、照射時間 $90\text{s}$ )

4. 接合面温度 $100^{\circ}\text{C}$ になるよう、電子部品1、電子部品2の両方、もしくは一方を加熱し、下圧することにより、凝着またはおよび拡散接合を起こし、接合させる

[0043] 以上の工程によって、Au-Au接合強度としては、接合面積 $\phi 50\mu\text{m}$ ( $1963\mu\text{m}^2$ )にて、均一な剪断破壊強度 $200\text{mN}$ を得た。また、初期洗浄工程として、Arプラズマ洗浄( $200\text{W}$ 、 $30\text{s}$ )を行うと、より接合強度が上昇し、同接合においてせん断破壊強度が $300\text{mN}$ 以上となった。ただし、この場合、せん断破壊部位が接合界面以外で発生したため、接合強度の定量化はできていないが、接合強度を保証する上では十分な隔靴をえることができた。

[0044] なお、接合温度は室温からみて、高ければ高いほど良好な接合結果を得ている。また、前記主表面処理の前後において、図6Aの通り炭素Cのピークが低くなっている、図6Bに示す通り酸素Oのピークが高くなっている。ここに、炭素Cが除去され、酸素O付着して増加したことで、接合に有利な表面状態に改質でき、上記好結果を得たものといえる。そして、Cは接合有害物質であり、Oは接合有効物質であるといえる。

#### 産業上の利用可能性

[0045] 以上説明したとおり本発明によれば、第1の洗浄工程により被接合物の表面を洗浄して酸化物や吸着物等の接合阻害物質の除去を行った後、表面粗さ制御工程により一方の接合面に所定粗さの凹凸を形成し、第2の洗浄工程により接合面に付着した再吸着物の除去を行って凹凸形成した接合面を他方の接合面に押し付けて接合することにより、常温で且つ大気中での接合が可能となることから、フリップチップ方式による電子部品実装に適用することに有効である。

### 請求の範囲

- [1] 複数の被接合物(1, 2)の接合面(1b, 2a)につき表面処理をした後、複数の被接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合方法であって、接合する少なくとも一方の接合面(1b)を所定粗さに管理し、接合面につき接合阻害物質(G)の除去、接合有効物質の付着を図る表面処理工程と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を当接させて接合する接合工程(S6)とを有する接合方法。
- [2] 表面処理工程は、接合面(1b, 2a)に存在する接合阻害物質(G)を除去する初期表面洗浄工程(S1)を含む請求の範囲第1項に記載の接合方法。
- [3] 各工程を大気圧雰囲気中で実施する請求の範囲第1項に記載の接合方法。
- [4] 表面粗さの管理は、表面粗さが接合面(1b)の材質に対応しない範囲である場合、対応する表面粗さに加工制御する工程を含む請求の範囲第1項に記載の接合方法。
- [5] 表面粗さ加工制御工程は、所定粗さの凹凸が形成された凹凸形成部材(3)により接合する少なくとも一方の接合面(1b)に凹凸を転写する請求の範囲第4項に記載の接合方法。
- [6] 表面粗さ加工制御工程は、大気圧プラズマ処理である請求の範囲第4項に記載の接合方法。
- [7] 表面粗さ加工制御工程は、微細粒子を吹き付けるブラスト処理である請求の範囲第4項に記載の接合方法。
- [8] 表面処理工程は、大気圧下でエネルギー粒子又はエネルギー波を接合面に照射する請求の範囲第1項に記載の接合方法。
- [9] 表面処理工程は、接合工程(S6)と並行して実施する請求の範囲第1項に記載の接合方法。
- [10] 表面処理工程は、紫外線の照射である請求の範囲第1、第8及び第9項の何れか1項に記載の接合方法。
- [11] 表面処理工程は、大気圧プラズマによる生成物の照射である請求の範囲第1、第8及び第9項の何れか1項に記載の接合方法。
- [12] 接合工程(S6)は、室温雰囲気下で実施する請求の範囲第1又は第9項に記載の

接合方法。

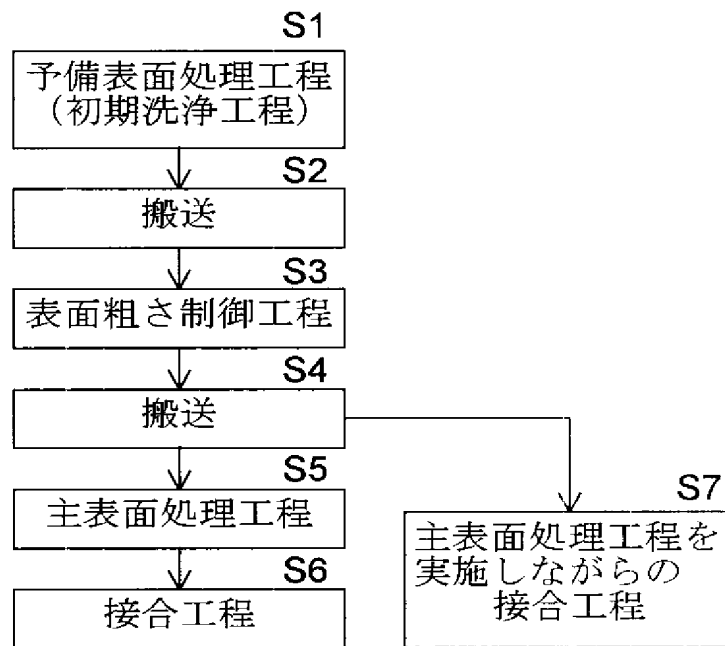
- [13] 複数の被接合物(1, 2)の接合面(1b, 2a)を表面処理した後、複数の被接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合装置であって、少なくとも一方が所定粗さに管理された接合面につき接合阻害物質(G)の除去、接合有効物質の付着を図る表面処理手段と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を当接させて接合する接合手段(6)とを備えてなる接合装置。
- [14] 表面処理手段は、接合面(1b, 2a)の接合阻害物質(G)を除去する初期表面洗浄手段が設けられている請求の範囲第13項に記載の接合装置。
- [15] 表面処理手段は大気圧中で処理動作を実行する請求の範囲第13項に記載の接合装置。
- [16] 接合面(1b)をその材質に対応する表面粗さに加工制御する表面粗さ加工制御手段を備える請求の範囲第13項に記載の接合装置。
- [17] 表面粗さ加工制御手段は、接合面(1b)に、所定粗さの凹凸が形成された凹凸形成部材(3)により凹凸を転写する請求の範囲第16項に記載の接合装置。
- [18] 表面粗さ加工制御手段は、大気圧プラズマ処理により接合面を所定粗さに処理する請求の範囲第16項に記載の接合装置。
- [19] 表面粗さ加工制御手段は、接合する一方の接合面(1b)に微細粒子を吹き付けて所定粗さに処理する微粒子ブラスト処理装置である請求の範囲第16項に記載の接合装置。
- [20] 表面処理手段は、紫外線照射装置である請求の範囲第13又は第16項に記載の接合装置。
- [21] 表面処理手段は、大気圧プラズマによる生成物を照射する大気圧プラズマ処理装置である請求の範囲第13又は第16項に記載の接合装置。
- [22] 複数の被接合物(1, 2)の接合面(1b, 2a)につき表面処理した後、複数の接合物をそれぞれの接合面間で接合する接合方法であって、接合する少なくとも一方の接合面(1b)を所定粗さに管理し、接合阻害物質(G)のないまたは除去した接合面につき大気雰囲気中の吸着物質の存在下で接合有効物質を付着させて改質する表面処理工程と、複数の被接合物をそれぞれの接合面を前記改質下で当接させて、接

合する接合工程(S6)とを有する接合方法。

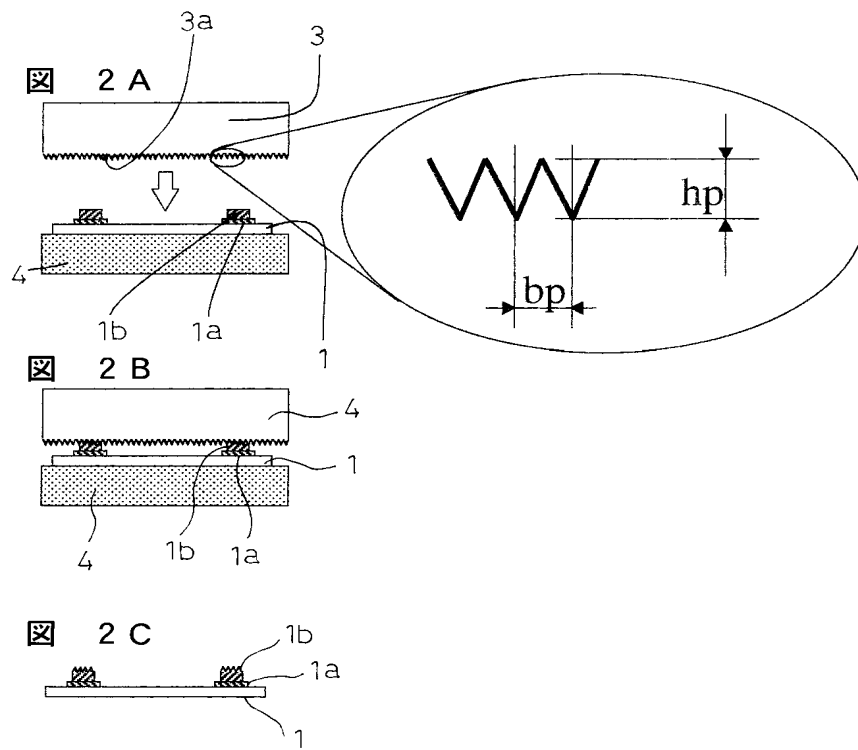


[図1]

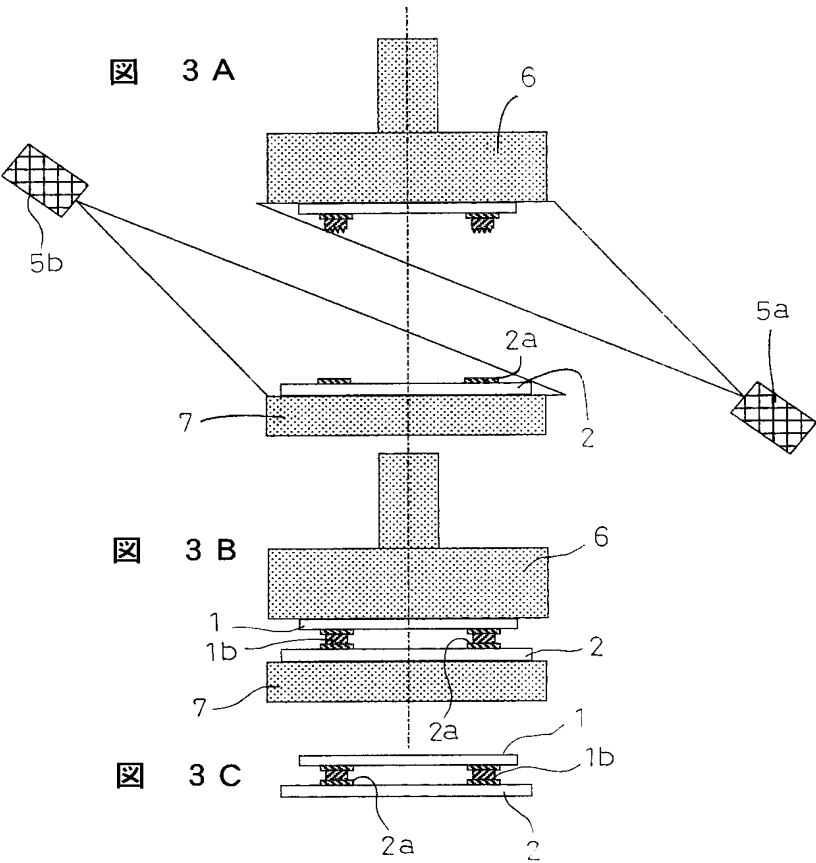
図 1



[図2]



[図3]



[図4]

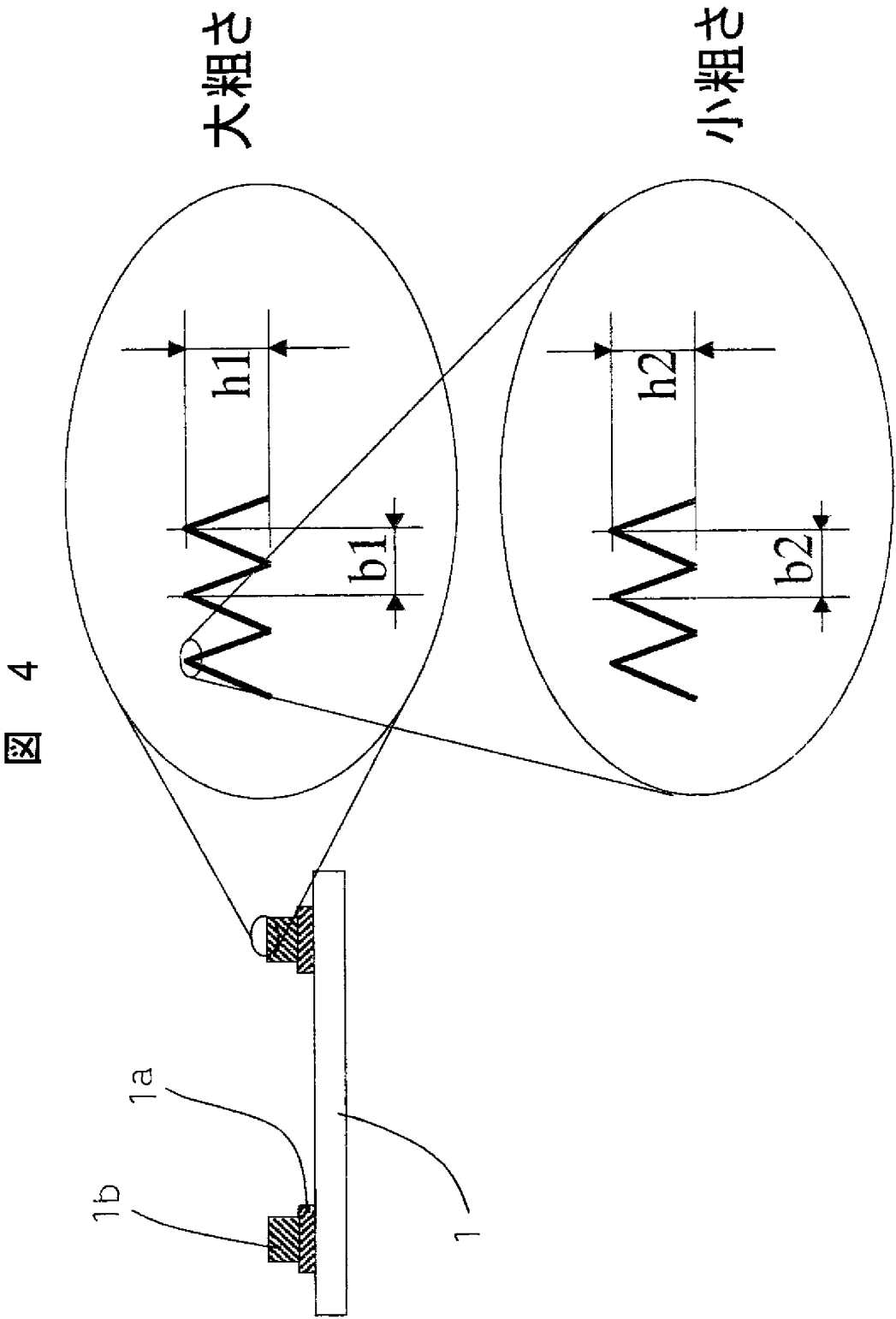


図5

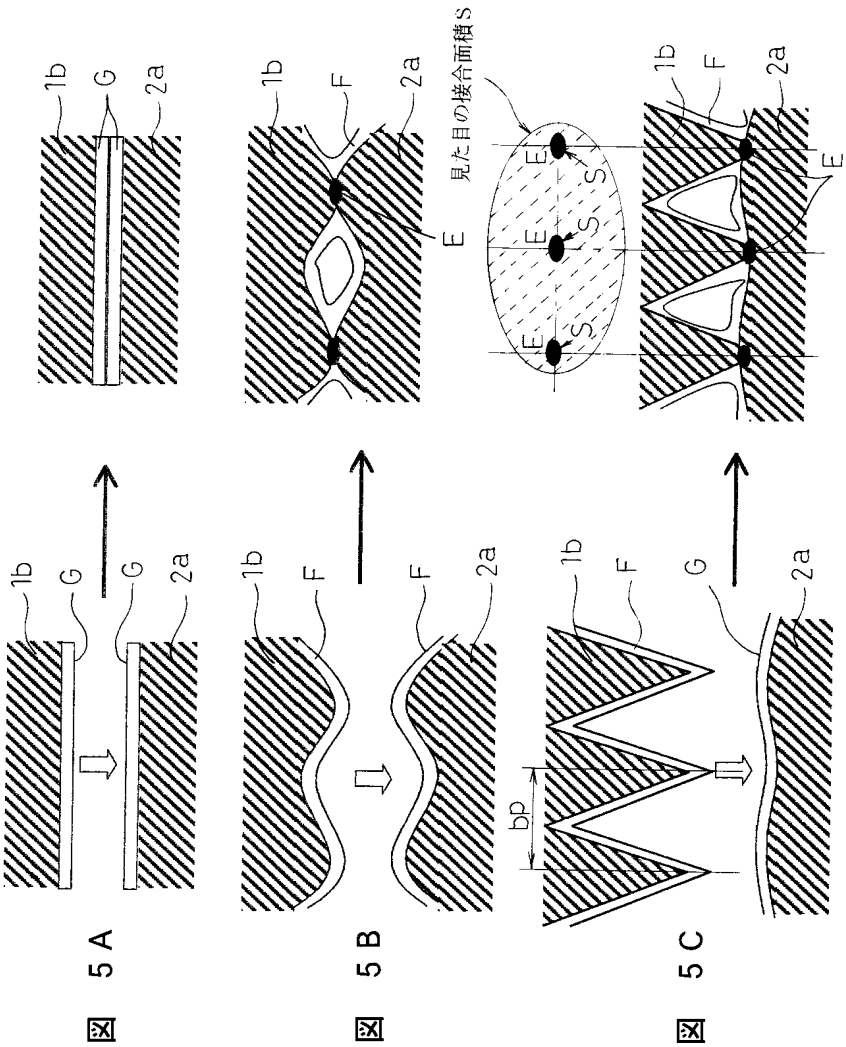


図 6 A

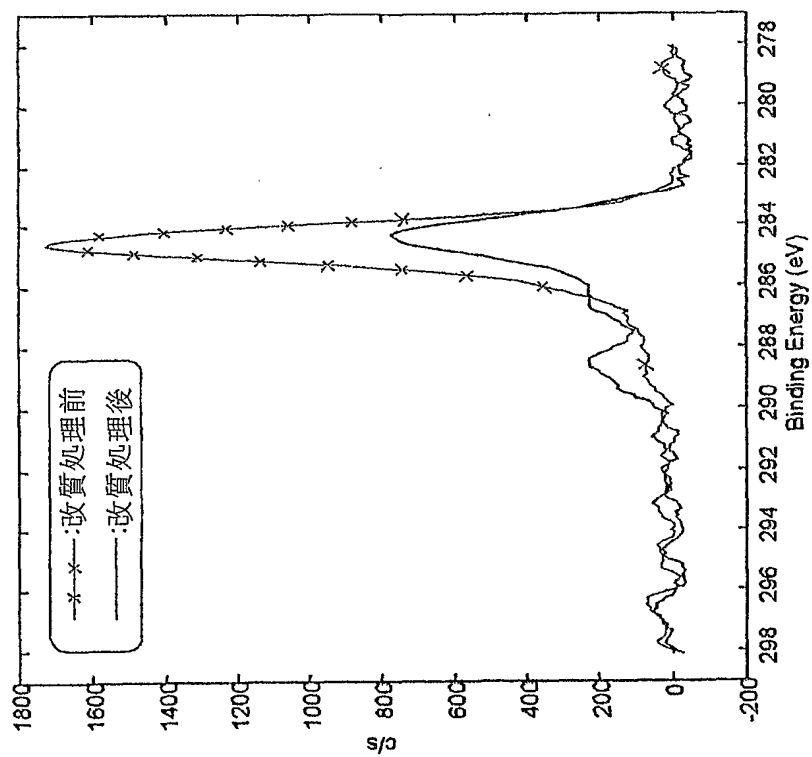
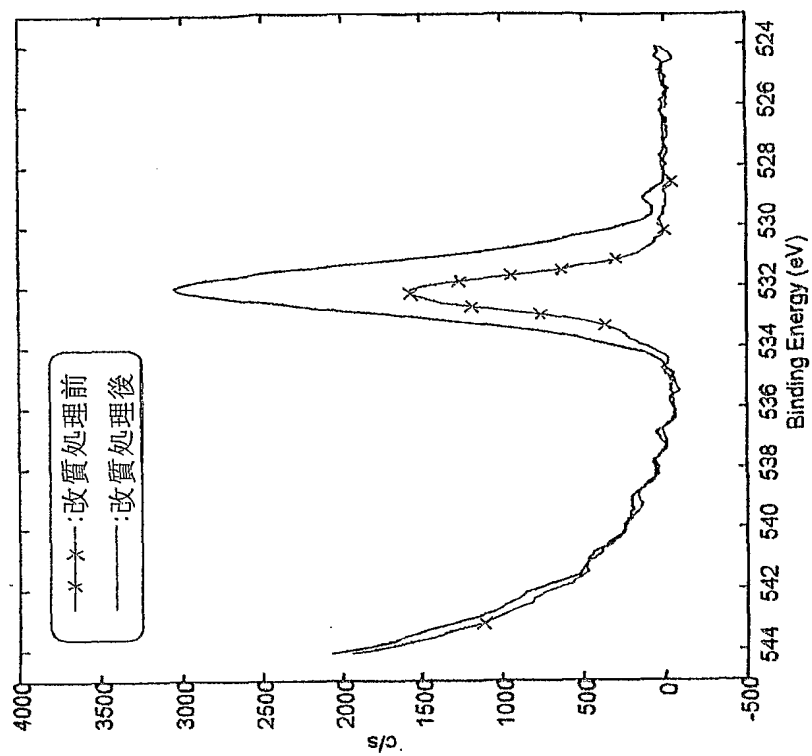


図 6 B



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006740

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> B23K20/24, H01L21/60, H05K3/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B23K20/24, H01L21/60, H05K3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u> A	JP 11-340614 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 December, 1999 (10.12.99), Claims; Par. Nos. [0028] to [0030], [0036] to [0038], [0040]; Figs. 1, 5 to 7 (Family: none)	<u>1-11, 13-22</u> 12
<u>Y</u> A	JP 2000-269269 A (Toshiba Corp.), 29 September, 2000 (29.09.00), Claims; Par. Nos. [0010], [0013], [0029]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	<u>1-11, 13-22</u> 12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 August, 2005 (02.08.05)

Date of mailing of the international search report

23 August, 2005 (23.08.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006740

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u> A	JP 9-8451 A (International Business Machines Corp.), 10 January, 1997 (10.01.97), Claims 1 to 3; Par. No. [0051] & US 5634268 A	<u>6</u> 1-5, 7-22
<u>Y</u> A	JP 2002-64042 A (Toray Engineering Co., Ltd.), 28 February, 2002 (28.02.02), Claim 7; Par. Nos. [0003] to [0004], [0011], [0017], [0019]; Fig. 1 & US 2003/0168145 A1 & WO 2002/017366 A1	1-2, 8-14, <u>20-22</u> 3-7, 15-19
<u>Y</u> A	Toshihiro ITO·Tadatomo SUGA·Hideki TAKAGI, "MEMS Package ni Okeru Hyomen Kasseika Joon Setsugo no Kanosei", 2000 Nendo Seimitsu Kogakukai Shuki Taikai Gakujutsu Koenkai Koen Ronbunshu, 2000, page 317, left column, lines 32 to 51	1-3, 8-15, <u>20-22</u> 4-7, 16-19
<u>Y</u> A	Ryoko OCHIAI·Toshihiro ITO·Tadatomo SUGA·Eiji HIGURE·Yasushi SAWADA, "Hyomen Kasseika ni yoru Hikari Micro Buhin no Teion Chokusetsu Setugo", 2003 Nendo Seimitsu Kogakukai Shuki Taikai Gakujutsu Koenkai Koen Ronbunshu, 2003, page 400, '2. Hyomen Kasseika Teion Flip Chip Bonder', '3. Handotai Laser no Setsugo'	1-3, 8-15, <u>20-22</u> 4-7, 16-19
E, A	WO 2004/030076 A1 (Toray Engineering Co., Ltd.), 08 April, 2004 (08.04.04), Claims; Fig. 1 & JP 2004-119430 A	1-22



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B23K20/24, H01L21/60, H05K3/32

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B23K20/24, H01L21/60, H05K3/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>Y</u> A	JP 11-340614 A(松下電器産業株式会社)1999. 12. 10, 特許請求の範囲, 段落【0028】-【0030】, 【0036】-【0038】, 【0040】, 第1, 5-7 図 (ファミリーなし)	<u>1-11, 13-22</u> 12
<u>Y</u> A	JP 2000-269269 A(株式会社東芝)2000. 09. 29, 特許請求の範囲, 段落【0010】、【0013】, 【0029】, 第1-3 図 (ファミリーなし)	<u>1-11, 13-22</u> 12
<u>Y</u> A	JP 9-8451 A(インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポ レイション)1997. 01. 10, 請求項 1-3, 段落【0051】 & US 5634268 A	<u>6</u> 1-5, 7-22

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 08. 2005

国際調査報告の発送日

23. 8. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌人

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3P

9257

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2002-64042 A(東レエンジニアリング株式会社)2002. 02. 28, 請求項 7, 段落【0003】 - 【0004】 , 【0011】 , 【0017】 , 【0019】 , 第 1 図 & US 2003/0168145 A1 & WO 2002/017366 A1	1-2, 8-14, 20-22 3-7, 15-19
Y A	伊藤寿浩・須賀唯知・高木秀樹, MEMS パッケージにおける表面 活性化常温接合の可能性, 2000 年度精密工学会秋季大会学術講 演会講演論文集, 2000, 第 317 頁左欄第 32-51 行	1-3, 8-15, 20-22 4-7, 16-19
Y A	落合涼子・伊藤寿浩・須賀唯知・日暮栄治・澤田康士, 表面活性化 による光マイクロ部品の低温直接接合, 2003 年度精密工学会秋 季大会学術講演会講演論文集, 2003, 第 400 頁「2. 表面活性化低温 フィリップチップボンダ」、「3. 半導体レーザの接合」	1-3, 8-15, 20-22 4-7, 16-19
E, A	WO 2004/030076 A1(東レエンジニアリング株式会社)2004. 04. 08, 請求の範囲, 第 1 図 & JP 2004-119430 A	1-22